

**PASANTIA INTERNACIONAL UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE
MÉXICO 2019- PROPUESTA DE DISEÑO ESTRUCTURAL PARA EL
RESTAURANTE YERBABUENA**

**PRESENTADO POR:
VALENTINA CARDONA DUQUE
MANUEL ALEJANDRO ZAPATA GONZALEZ**

**ASESOR:
ING. ADAN SILVESTRE G.**

**UNIVERSIDAD LIBRE PEREIRA
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL
2019**

Tabla de contenido

1. Introduccion.....	6
1.1 Alcance de los trabajos	7
1.2 Tipo de estructura	8
2. Materiales	9
2.1 Concreto de losa entrepiso y vigas.	9
2.2 Concreto de columnas.....	9
3. Definición de sección.....	10
4. Espectro de diseño	11
5. Combinaciones de carga y casos modales.....	13
5.1 Tipos de cargas	14
5.1.1 Cargas de viento	14
5.1.2 Cargas muertas	14
5.1.3 Carga viva.....	15
5.1.4 Carga de cubierta	16
5.2 Grado de irregularidad de la estructura	17
5.2.1 Irregularidad en planta (ϕ_p).....	18
5.2.2 Irregular en altura (ϕ_a).....	18
5.2.3 Grado de ausencia de redundancia. (ϕ_r).....	18
5.3 Combinaciones de carga	19
6. Modelado en ETABS	20
7. Resultados del análisis estructural	23
7.1 Ajuste dinamico	23
7.1.1. Reacciones en la base.	24
7.1.2. Participación de la masa en modos los modos fundamentales.....	24
7.1.3. Cortante sísmico en la base	25
7.2. Cambios de sección en columnas	26
7. 3. Desplazamientos y derivas de la estructura.....	30
7.4. Chequeo de concreto	33

Conclusiones	34
Recomendaciones	35
Bibliografía	36

Tabla de ilustraciones

Ilustración 1. Localización satelital	6
Ilustración 2.linderos del lote.....	7
Ilustración 3. Columna de 30 x 30 cm	10
Ilustración 4. Vigas 30x35 cm	10
Ilustración 5. Sismo en el ETABS, de acuerdo con el estudio de suelos.....	11
Ilustración 6.Coeficientes espectrales de diseño –Pereira	12
Ilustración 7.Casos modales	13
Ilustración 8. Total, carga muerta.....	14
Ilustración 9. Losa carga muerta	15
Ilustración 10.Losa carga viva	16
Ilustración 11.Carga de cubierta.....	17
Ilustración 12. Valores de pórtico resistente a momentos.	18
Ilustración 13. Valor de irregularidad en planta	18
Ilustración 14. Valor de irregularidad en altura.....	18
Ilustración 15. Combos de las combinaciones.....	19
Ilustración 16. Ejes de la estructura	20
Ilustración 17. Ubicación de columnas y vigas de la estructura.....	21
Ilustración 18. Carga de cubierta y losa de entrepiso	22
Ilustración 19. Vista tridimensional de la estructura	23
Ilustración 20. Reacciones en la base de la estructura	24
Ilustración 21. Participación de la masa en los modos fundamentales.....	25
Ilustración 22. Cortante sísmico en la base	25
Ilustración 23.columnas iniciales del diseño3D en planos	26
Ilustración 24. Columnas iniciales del diseño en planta de planos	27
Ilustración 25. derivas columna C1	27
Ilustración 26. Ubicación de columnas modificadas en 3D	28
Ilustración 27. Ubicación de columnas modificadas en planta	29
Ilustración 28. Derivas corregidas para C1	30

Ilustración 29. Cuadro de columnas..... 30

Ilustración 30.Derivas de la estructura 31

Ilustración 31. Desplazamientos máximos por piso 31

Ilustración 32. Máximo desplazamiento en el sentido X 32

Ilustración 33. Chequeo de concreto. 33

1. Introducción

El presente documento contiene el paso a paso de un modelado en ETABS con el cual se chequean los diferentes elementos para llegar al chequeo de derivas del proyecto Restaurante Yerbabuena, que consta de un restaurante de dos pisos de altura. El proyecto se ubica en el corregimiento de la Florida, Risaralda.



Ilustración 1. Localización satelital
Fuente. Google EARTH

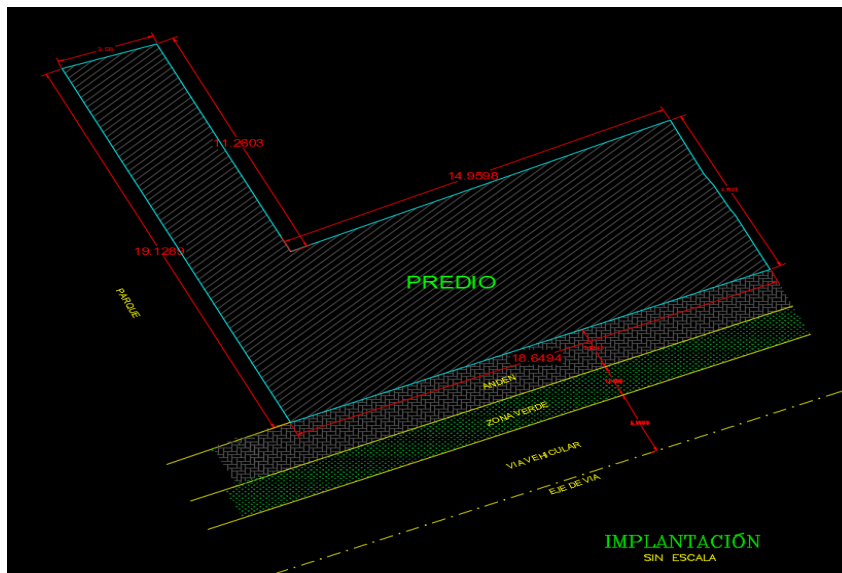


Ilustración 2.linderos del lote
Fuente. Propia

1.1 Alcance de los trabajos

El presente trabajo consiste en una revisión de cálculos estructurales y el cumplimiento de los requisitos de diseño contenidos en la normativa del Reglamento de Construcciones Sismo Resistentes (NSR-10).

A continuación, se presenta el alcance de la revisión efectuada:

Avaluó de cargas utilizado	Cumple con los requisitos del Título B de la NSR-10.
Definición de los parámetros de diseño sísmico	Cumple con los requisitos del Capítulo A.2 y A.3 de la NSR-10.
Procedimiento de análisis estructural empleado	Cumple con los requisitos del Capítulo A.5 de la NSR-10.
Verificación de las derivas y deflexiones verticales	Cumple con los requisitos del Capítulo A.6 de la NSR-10.

Procedimientos de diseño de los miembros estructurales.	Cumple con los requerimientos del Capítulo C.10, C.14 y C.21 de la NSR-10.
Procedimiento de diseño de la resistencia al fuego de los elementos estructurales.	Cumple con los requisitos del Capítulo J.3 de la NSR-10.
Revisión de los planos estructurales.	Cumple con A.1.5.2 de la NSR-10.
Contenido de las especificaciones y recomendaciones de construcción.	Contiene las especificaciones y recomendaciones de construcción para garantizar el comportamiento deseado.
Revisión del seguimiento de las recomendaciones del estudio geotécnico.	Se siguen las recomendaciones de los estudios de suelos.

1.2 Tipo de estructura

El sistema estructural empleado para resistir cargas verticales y horizontales (sísmicas) es de tipo muros en mampostería, con capacidad moderada de disipación de energía, orientados en ambas direcciones ortogonales de la edificación, tal como se estipula en el Capítulo A.3 del Reglamento de Construcciones Sismo Resistentes (NSR-10).

A continuación, se presentan algunos datos esenciales de la edificación:

Sistema Estructural utilizado	Muros en mampostería con capacidad (DES)
Cubierta	25% de pendiente y correas metálicas
Altura total	7.35 m

2. Materiales

2.1 Concreto de losa entrepiso y vigas.

Resistencia a la compresión (f'_c): 21 MPa

Módulo de Elasticidad (E_c) : 21538.10 MPa

Módulo de cortante (E_v): 10381 MPa

Relación de Poisson: 0.2

2.2 Concreto de columnas

Resistencia a la compresión (f'_c): 28 MPa

Módulo de Elasticidad (E_c) : 25345MPa

Módulo de cortante (E_v): 10381 MPa

Relación de Poisson: 0.2

3. Definición de sección

De acuerdo con los planos arquitectónicos del Restaurante Yerbabuena, la estructura cuenta con una sección de columnas de 30 x 30 cm, y para las vigas 30 x35 cm. Las columnas cuentan con un concreto con una resistencia de 4000 psi; las vigas cuentan con un concreto de 3000 psi. La losa cuenta con un espesor de 20 cm y cuenta un concreto de 3000 psi.

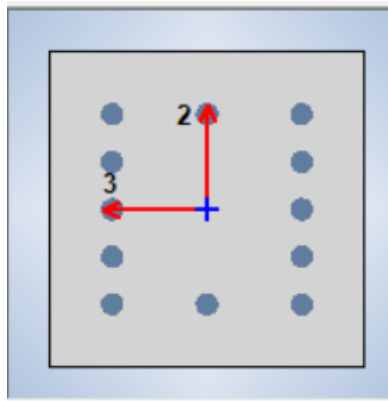


Ilustración 3. Columna de 30 x 30 cm
Fuente: Propia

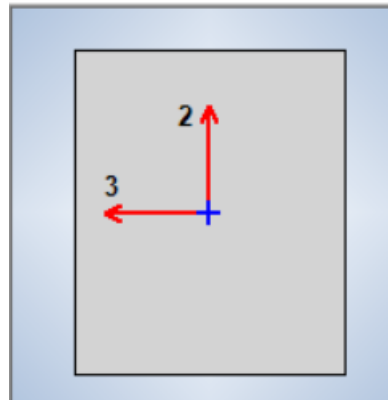
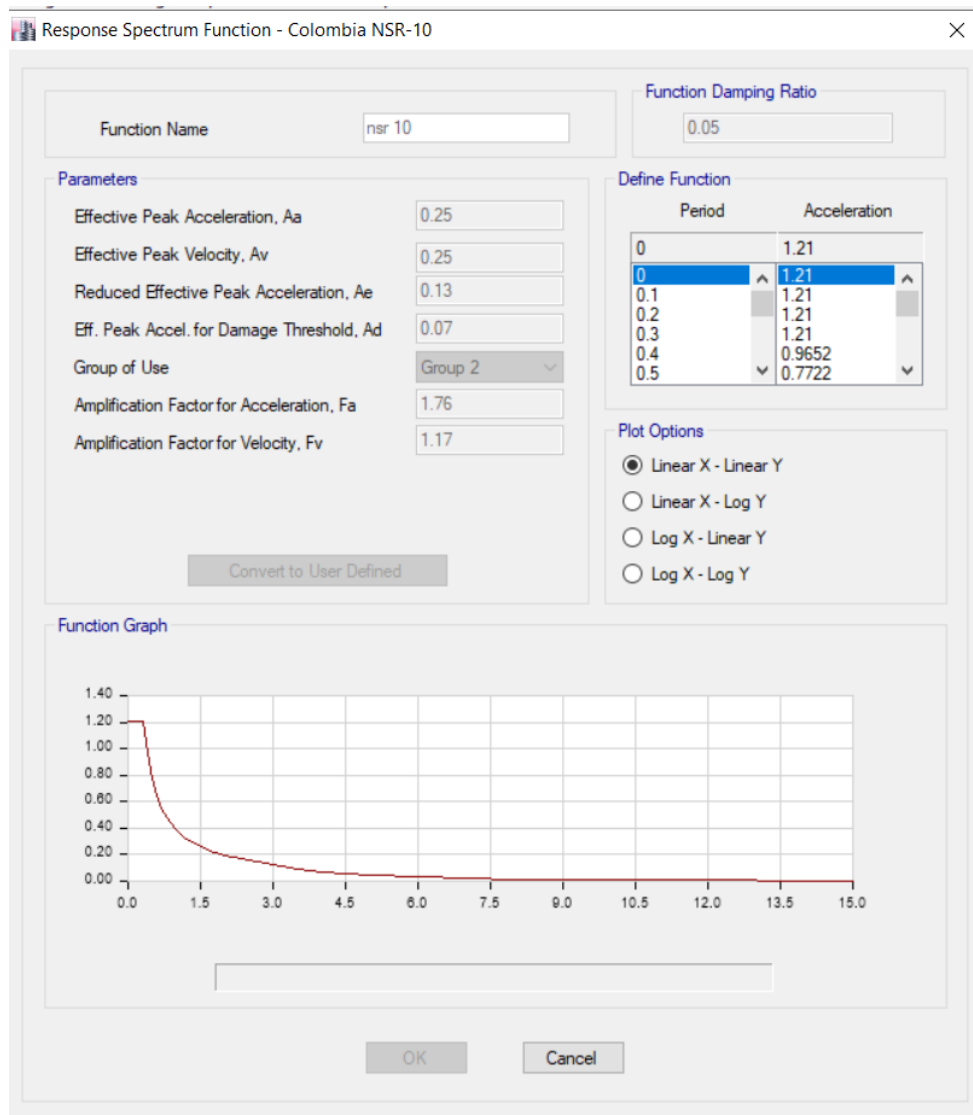


Ilustración 4. Vigas 30x35 cm
Fuente: Propia

4. Espectro de diseño

De acuerdo con la información contenida en el estudio de suelos del sitio, el proyecto se encuentra ubicado en el lugar con características de estratificación del suelo tipo E, en el corregimiento de la Florida, Risaralda. Este espectro de diseño afecta el Coeficiente de Importancia (II) de la edificación.



*Ilustración 5. Sismo en el ETABS, de acuerdo con el estudio de suelos
Fuente: Propia*

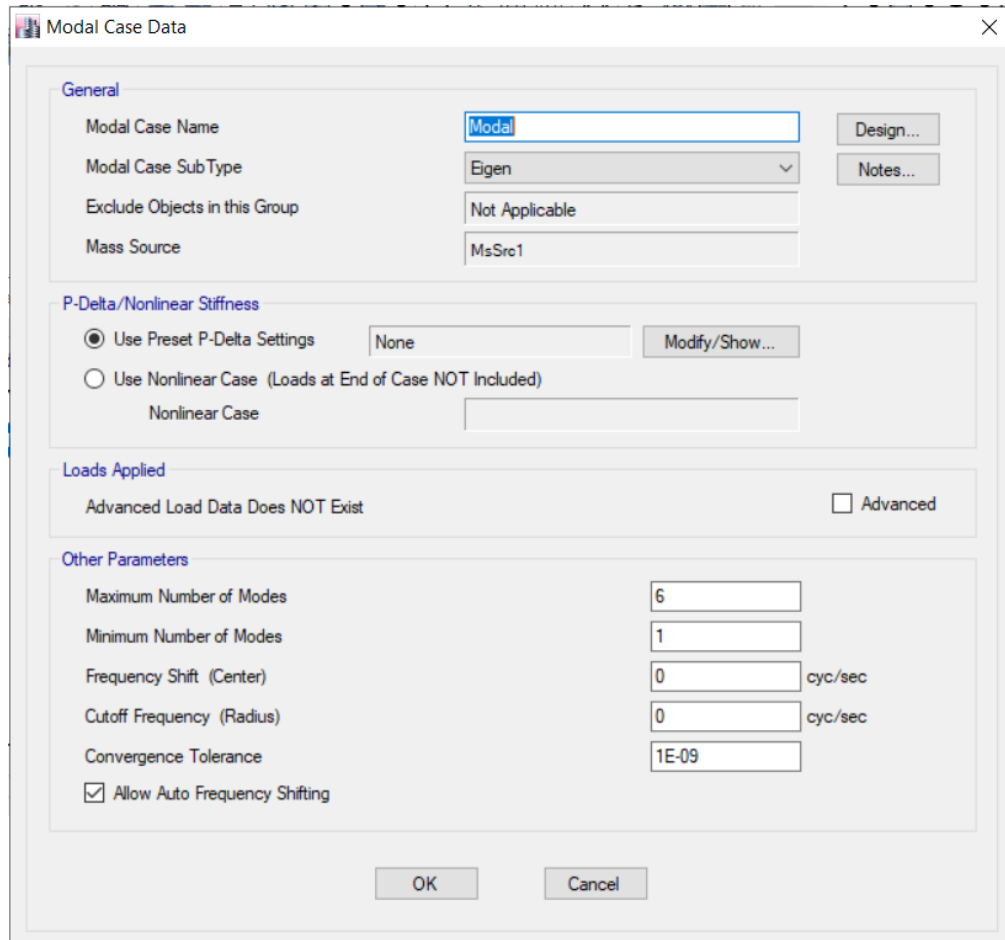
Para los valores de los coeficientes espectrales, teniendo en cuenta su ubicación para ello se analizó el estudio de microzonificación sísmica de Pereira, y la zona correspondiente para esta edificación es la zona 5 (Rio Otún)

TABLA 1: COEFICIENTES ESPECTRALES DE DISEÑO							
	Zona 1	Zona 2	Zona 3	Zona 4	Zona 5	Zona 6	Zona 7
To	0,08	0,10	0,17	0,19	0,07	0,17	0,15
Tc	0,40	0,50	0,80	0,90	0,32	0,80	0,70
TL	3,5	4,0	5,8	5,8	2,8	6,4	6,2
Aa	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25
Av	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25
Fa	1.76	1.60	1.44	1.28	1.76	1.60	1.76
Fv	1.47	1.67	2.40	2.40	1.17	2.67	2.57

Ilustración 6. Coeficientes espectrales de diseño –Pereira
Fuente: Propia

5. Combinaciones de carga y casos modales

Para los casos modales, la estructura se puede analizar usando mínimo 3 modos, para este caso se tomaron 3 por piso, por lo tanto, se toman 6 modos en este caso, ya que la estructura está diseñada para 2 pisos.



The image shows a 'Modal Case Data' dialog box with the following sections and settings:

- General**
 - Modal Case Name: Modal
 - Modal Case Sub Type: Eigen
 - Exclude Objects in this Group: Not Applicable
 - Mass Source: MsSrc1
- P-Delta/Nonlinear Stiffness**
 - ☒ Use Preset P-Delta Settings: None
 - ☐ Use Nonlinear Case (Loads at End of Case NOT Included)
 - Nonlinear Case: (empty field)
- Loads Applied**
 - Advanced Load Data Does NOT Exist
 - ☐ Advanced
- Other Parameters**
 - Maximum Number of Modes: 6
 - Minimum Number of Modes: 1
 - Frequency Shift (Center): 0 cyc/sec
 - Cutoff Frequency (Radius): 0 cyc/sec
 - Convergence Tolerance: 1E-09
 - ☒ Allow Auto Frequency Shifting

Buttons at the bottom: OK, Cancel.

Ilustración 7. Casos modales
Fuente: Propia

5.1 Tipos de cargas

5.1.1 Cargas de viento

Los efectos de viento no son predominantes en el diseño de la estructura de mampostería, por lo tanto, no se tiene en cuenta en el análisis estructural. Sin embargo, si se tiene en cuenta para el diseño de la cubierta.

5.1.2 Cargas muertas

Por lo general , son relativamente constantes durante la vida de la estructura. Estan compuestas por columnas, vigas, losa, mamposteria , entre otros que dependen de su estructura.

Muros en mamposteria	180 kgf/m2
Baldosa	110 kgf/m2
Acabado cielo raso	16 kgf/m2
TOTAL CARGA MUERTA	306 kgf/m2

*Ilustración 8. Total, carga muerta
Fuente: Propia*

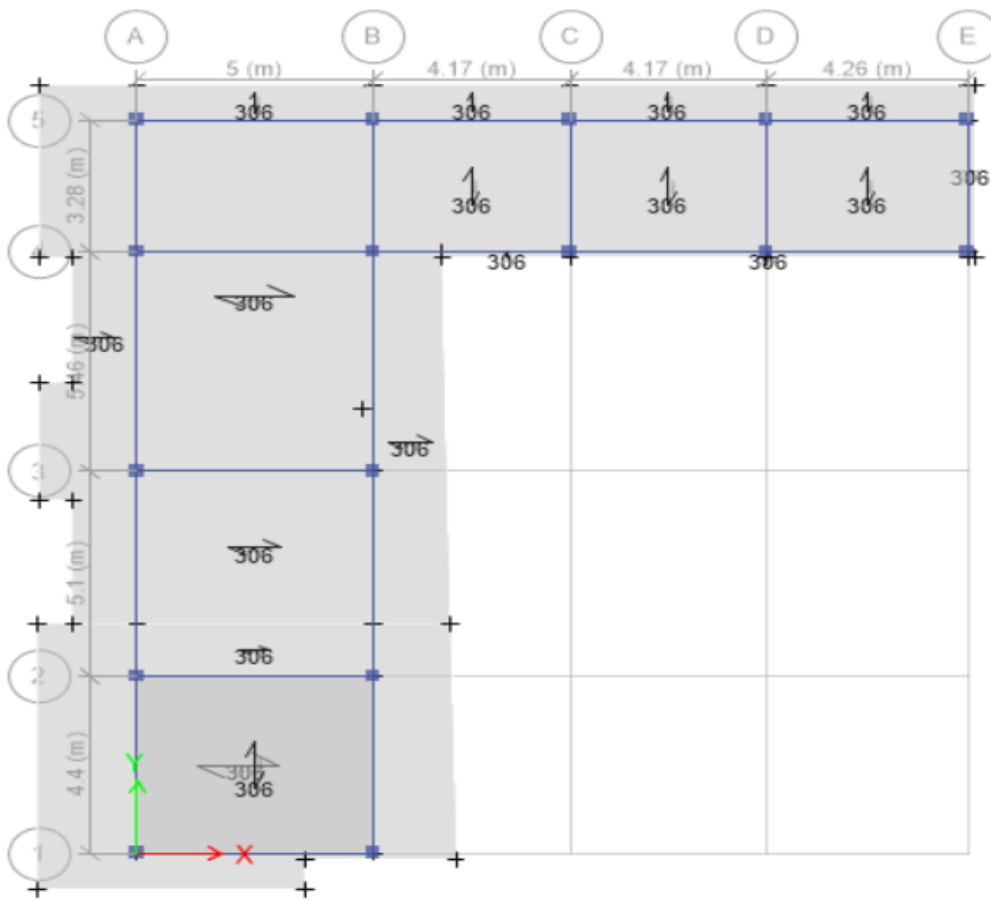


Ilustración 9. Losa carga muerta
Fuente: Propia

5.1.3 Carga viva

La carga viva , varia según el uso que le demos a la estructura ; en este caso la estructura posee dos pisos , en el primero es un restaurante, según la Norma es 500kg/m² y en un salon del segundo piso se hace de igual manera como se puede evidenciar en la ilustracion 7. el segundo piso, ademas del salon anteriormente nombrado , tiene un uso de viviendas , según la Norma es 180 kg/m².

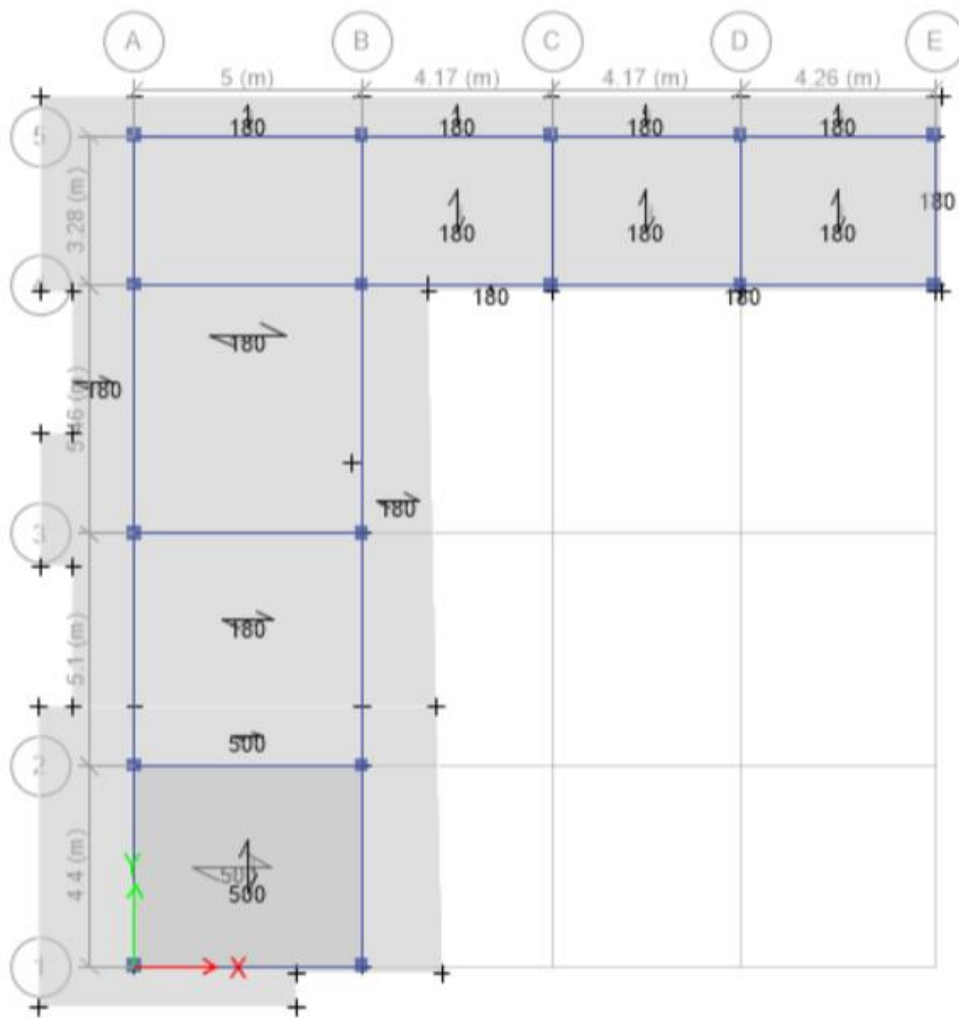


Ilustración 10. Losa carga viva
Fuente: Propia

5.1.4 Carga de cubierta

La carga de cubierta es una carga muerta, pero es importante saber que se debe cargar independientemente para así cargarlo y analizarlo teniendo en cuenta las combinaciones.

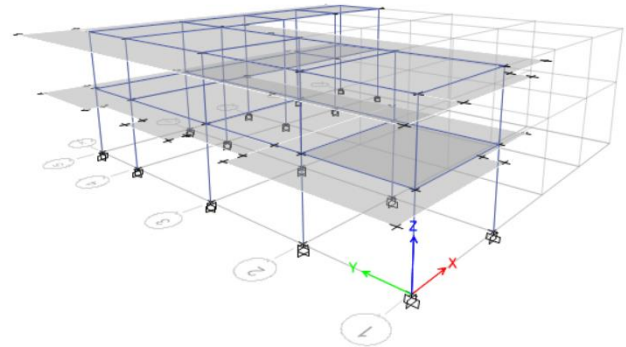
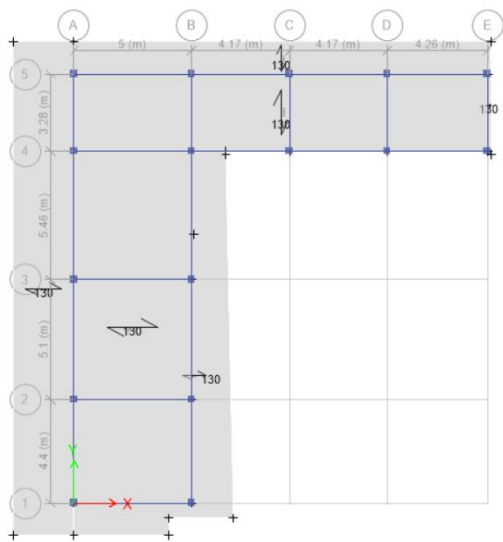


Ilustración 11. Carga de cubierta
Fuente: Propia

Carga muerta por soporte de la cubierta y estructuras metálicas , por lo tanto tiene un valor de 130 kg/m²

5.2 Grado de irregularidad de la estructura

Teniendo en cuenta que la capacidad de disipación de energía de la estructura es DES , y que la estructura es un portico de concreto resistente a momentos , ya que posee vigas y columnas. A continuación se mostrarán las irregularidades que tiene la estructura.

Tabla A.3-3
Sistema estructural de pórtico resistente a momentos (Nota 1)

C. SISTEMA DE PÓRTICO RESISTENTE A MOMENTOS		Valor R_0 (Nota 2)	Valor Ω_0 (Nota 4)	zonas de amenaza sísmica					
Sistema resistencia sísmica (fuerzas horizontales)	Sistema resistencia para cargas verticales			Alta		Intermedia		baja	
				uso permit	altura máx.	uso permit	altura máx.	uso permit	altura máx.
1. Pórticos resistentes a momentos con capacidad especial de disipación de energía (DES)									
a. De concreto (DES)	el mismo	7.0	3.0	si	sin límite	si	sin límite	si	sin límite

Ilustración 12. Valores de pórtico resistente a momentos.

Fuente: NSR-10

5.2.1 Irregularidad en planta (ϕ_p)

2P	Retrocesos excesivos en las esquinas — La configuración de una estructura se considera irregular cuando ésta tiene retrocesos excesivos en sus esquinas. Un retroceso en una esquina se considera excesivo cuando las proyecciones de la estructura, a ambos lados del retroceso, son mayores que el 15 por ciento de la dimensión de la planta de la estructura en la dirección del retroceso.	0.9
----	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----

Ilustración 13. Valor de irregularidad en planta

Fuente: NSR-10

5.2.2 Irregular en altura (ϕ_a)

2A	Irregularidad en la distribución de las masas — Cuando la masa, m_i , de cualquier piso es mayor que 1.5 veces la masa de uno de los pisos contiguos, la estructura se considera irregular. Se exceptúa el caso de cubiertas que sean más livianas que el piso de abajo.	0.9
----	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----

Ilustración 14. Valor de irregularidad en altura

Fuente: NSR-10

5.2.3 Grado de ausencia de redundancia. (ϕ_r)

En los sistemas estructurales que no cumplan las condiciones del título A.3.3.8.2 de la norma NSR.10 ,en (a) a (d) el factor de reducción de resistencia por ausencia de redundancia en el sistema estructural de resistencia sísmica, Φ_r , se le debe asignar un valor de $\Phi_r = 0.75$.

R_o	7
Ω_0	3.0
Φ_a	0.9
Φ_p	0.9
Φ_r	0.75
<u>R</u>	<u>5.67</u>

5.3 Combinaciones de carga

Las cargas que presentamos a continuación están basadas en las especificaciones de la NSR-10. En general, estas cargas pueden ser divididas en dos grandes grupos: cargas permanentes y cargas transitorias. Adicionalmente, dependiendo del tipo de estructura pueden presentarse otras fuerzas como las debidas al Empuje o al movimiento de los apoyos de la estructura.

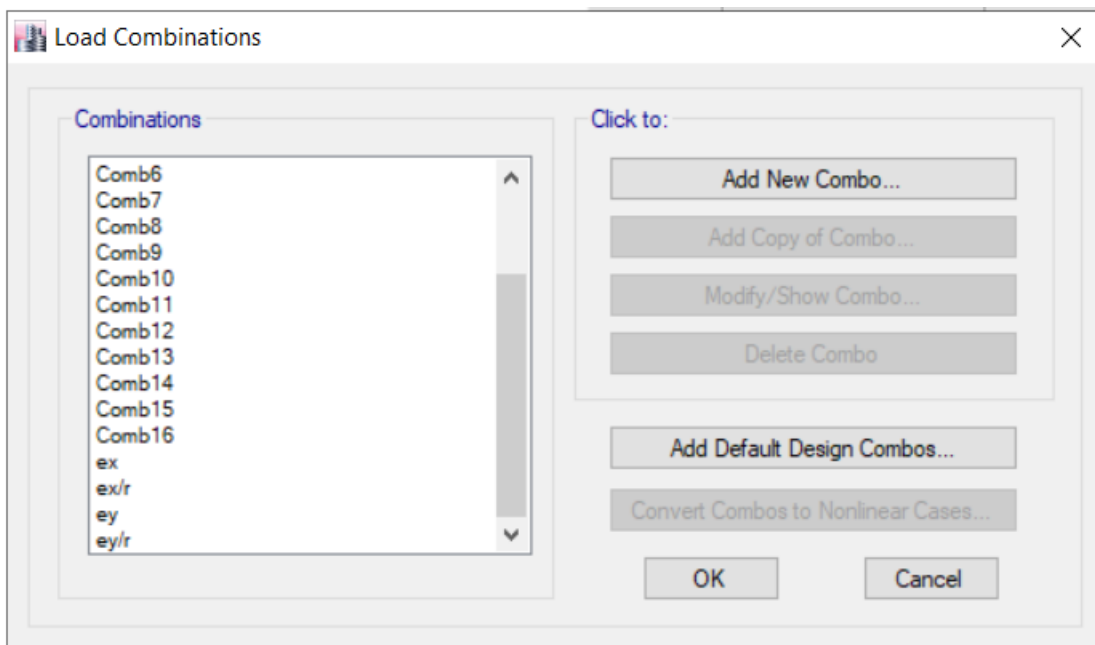


Ilustración 15. Combos de las combinaciones
Fuente: Propia

De acuerdo a la norma NSR-10, título A, la estructura se analiza con respecto a estas combinaciones, en cual se tienen en cuenta las cargas asignadas (carga muerta, carga

viva, carga de cubierta, carga de viento) , de igual manera hay que tener en cuenta aspectos del sismo en dos direcciones , sismo en x (Ex) y sismo en y (Ey).

6. Modelado en Etabs

Para iniciar el modelado de ETABS, se plasman los ejes horizontales y verticales del respectivo plano

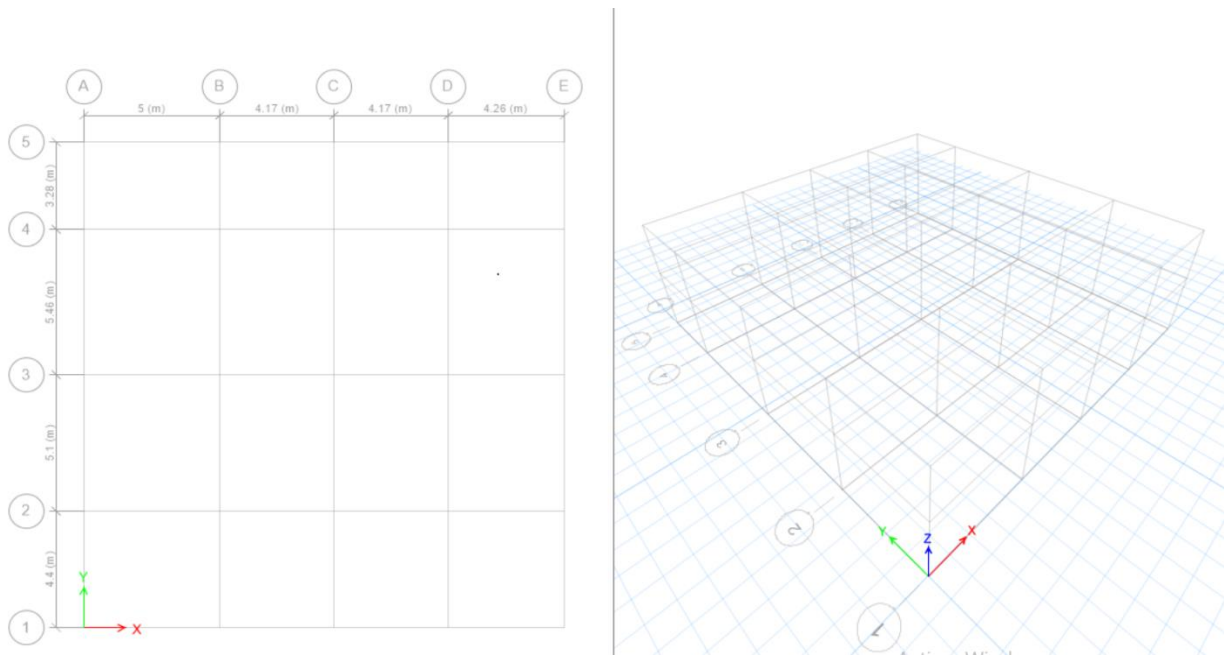


Ilustración 16. Ejes de la estructura
Fuente: Propia

Después de tener los ejes horizontales y verticales en el ETABS, se colocan vigas y columnas teniendo en cuenta que concuerden con su respectiva ubicación en planos.

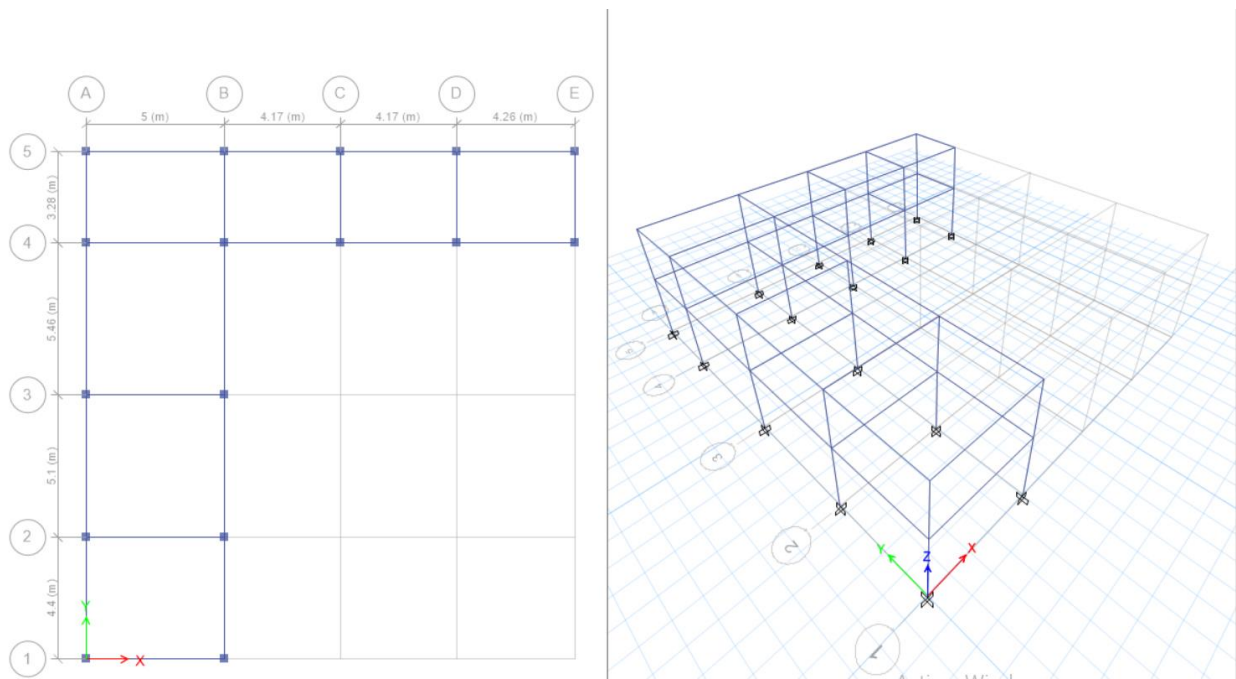


Ilustración 17. Ubicación de columnas y vigas de la estructura
Fuente: Propia

Una vez ubicadas las vigas y columnas, se procede a la ubicación de los puntos para el trazado de losa y cubiertas; con el fin darle un final a la parte de dibujo de la estructura y así iniciar el análisis de la estructura.

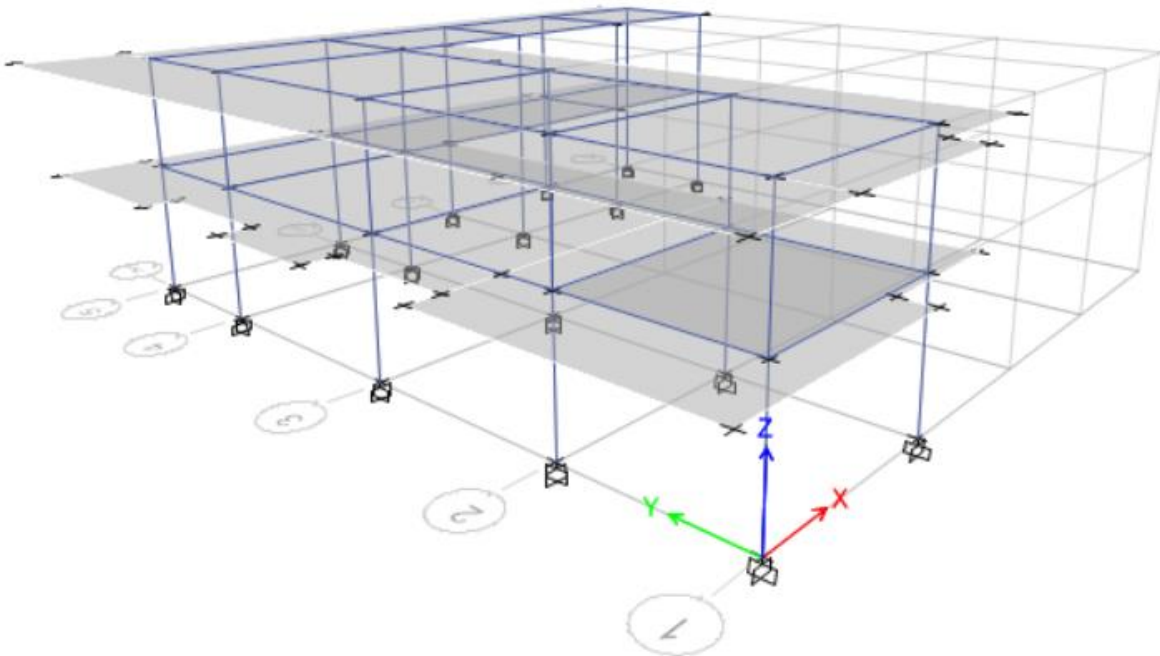


Ilustración 18. Carga de cubierta y losa de entrepiso
Fuente: Propia

7. Resultados del análisis estructural

Posterior a tener la estructura en el programa de modelación estructural ETABS, se analiza con las combinaciones, teniendo en cuenta el espectro de respuesta (sismo), los materiales y las cargas a las cuales la estructura es sometida con el fin de conocer su respectivo cumplimiento con la Norma Sismo Resistente colombiana (NSR-10), de tal manera la estructura se va a mantener en pie.

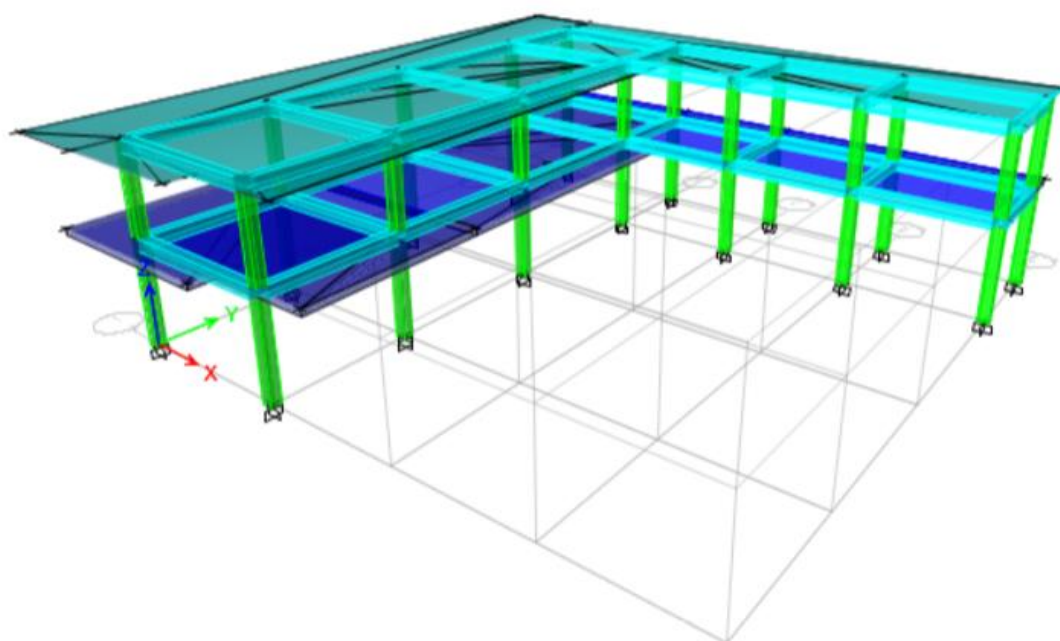


Ilustración 19. Vista tridimensional de la estructura
Fuente: Propia

7.1 Ajuste dinámico

Se debe realizar un ajuste dinámico de la estructura para llegar a un mínimo cortante sísmico en la base del edificio, que será el que actuará al momento del sismo.

7.1.1. Reacciones en la base.

Teniendo en cuenta la ilustración número 18, se evidencian las reacciones en la base para las diferentes cargas a que es sometida de la estructura, aquí se tiene en cuenta el peso muerto de la estructura para buscar el coeficiente que modificara el sismo.

REACCIONES EN LA BASE						
Load Case/Combo	FX	FY	FZ	MX	MY	MZ
	kgf	kgf	kgf	kgf-m	kgf-m	kgf-m
Dead	0	0	270207.4	3008938.8	-1313288.18	0
Live	0	0	56515.17	466854.55	-214076.92	0
viento	0	0	8493.45	92705.17	-35391.32	0
cubierta	0	0	0	0	0	0
sismo en x	0	0	0	0	0	0
sismo en y	0	0	0	0	0	0
sismo xx Max	250019.9	9040.51	0	33607.44	1012522.68	2764434.15
sismo yy Max	9040.51	233968.3	0	946062.88	33298.07	1096468.09

Ilustración 20. Reacciones en la base de la estructura

Fuente: Propia

7.1.2. Participación de la masa en modos los modos fundamentales.

La estructura tiene 6 modos fundamentales de acuerdo a la cantidad de pisos existentes (2), a partir de esto la sumatoria de las masas en todos los modos debe sumar 1 y para continuar con el ajuste dinámico, se analiza con el periodo en el cual la participación sea mayor como se identifica en la ilustración 19, en la cual corresponde para **X: 0.302 Seg**, **Y: 0.296 Seg**.

PARTICIPACION DE LA MASA EN MODOS FUNDAMENTALES					
MODO	PERIODO	Ux	Uy	SUMA Ux	SUMA Uy
1	0.302	0.9323	0.0115	0.9323	0.0115
2	0.296	0.0181	0.7913	0.9504	0.8028
3	0.268	0.0013	0.1524	0.9517	0.9552
4	0.127	0.0197	0.0221	0.9714	0.9773
5	0.12	0.0278	0.016	0.9992	0.9933
6	0.104	0.0008	0.0067	1	1

Ilustración 21. Participación de la masa en los modos fundamentales
Fuente: Propia

7.1.3. Cortante sísmico en la base

El sismo en X y Y debe ser modificado con un coeficiente que se halla con los valores anteriormente nombrados, con el fin de llegar a estos valores los cuales son los mínimos con los que se debe trabajar el cortante mínimo para poder chequear las derivas en los pisos. Ya realizado este paso se continua con el chequeo de derivadas y los cambios de sección correspondientes.

CHEQUEO DE Vx Y Vy								
Story	Load Case/Comb o	Location	P	VX	VY	T	MX	MY
			kgf	kgf	kgf	kgf-m	kgf-m	kgf-m
piso 1	ex Max	Top	0	295023.51	10667.8	3262032.3	20842.43	258696.96
piso 1	ex Max	Bottom	0	295023.51	10667.8	3262032.3	39656.78	1194776.76
piso 1	ex Min	Top	0	-295023.51	-10667.8	-3262032.3	-20842.43	-258696.96
piso 1	ex Min	Bottom	0	-295023.51	-10667.8	-3262032.3	-39656.78	-1194776.76
piso 1	ey Max	Top	0	11391.04	294800.1	1381549.79	255861.07	21677.55
piso 1	ey Max	Bottom	0	11391.04	294800.1	1381549.79	1192039.23	41955.56
piso 1	ey Min	Top	0	-11391.04	-294800.1	-1381549.79	-255861.07	-21677.55
piso 1	ey Min	Bottom	0	-11391.04	-294800.1	-1381549.79	-1192039.23	-41955.56

MAX	295023.51	294800.1
MIN	295023.51	294800.1
TOTAL	295023.51	294800.1

Ilustración 22. Cortante sísmico en la base
Fuente: Propia

7.2. Cambios de sección en columnas

Al realizar completamente el ajuste dinámico se debe proseguir a la realización de los cambios de sección en las columnas solicitadas por el programa, donde aumentaremos el tamaño del elemento estructural en el sentido X y/o Y para ir analizando la edificación hasta cumplir con el 1 % de las derivas de la estructura.

A continuación, se da detalle de los cambios de sección realizados en la estructura:

Antes de realizar alguna modificación se muestra la evidencia de la estructura con las columnas correspondientes al plano del restaurante YERBABUENA, ubicado en la Florida, Risaralda.

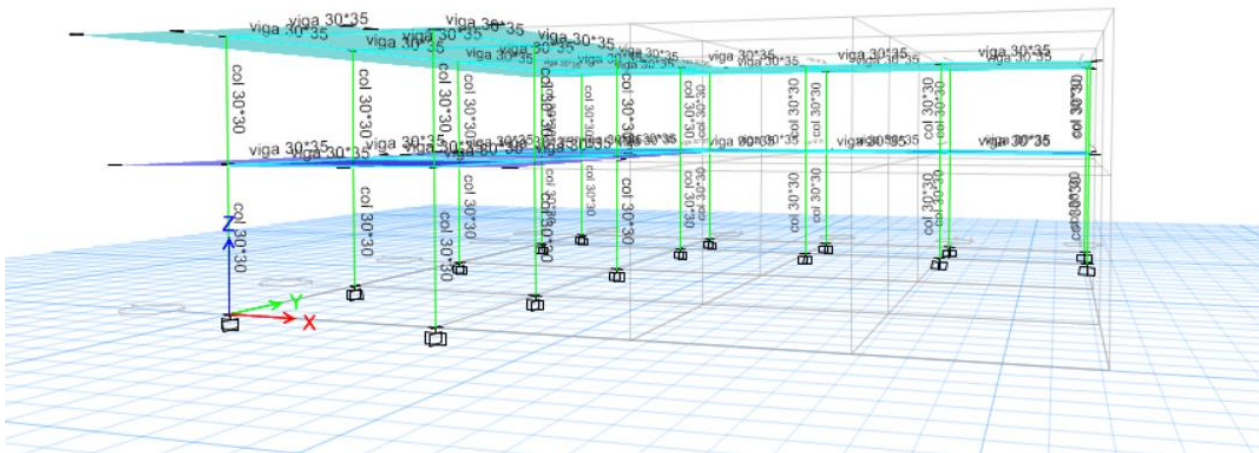


Ilustración 23. columnas iniciales del diseño 3D en planos
Fuente: Propia

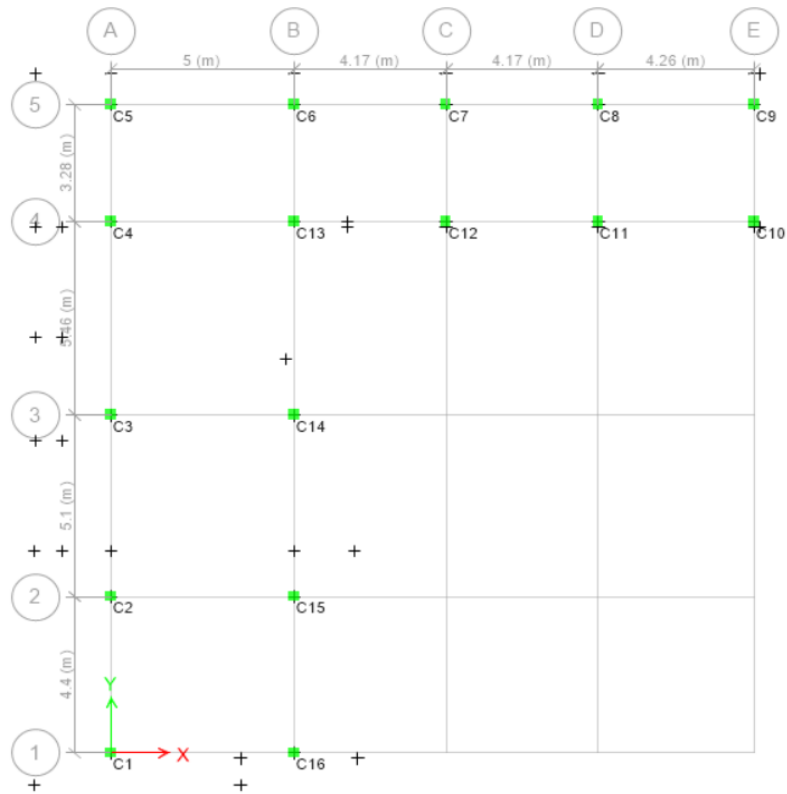


Ilustración 24. Columnas iniciales del diseño en planta de planos
Fuente: Propia

Se analiza la Columna C1, los siguientes datos indican las derivas antes de realizar algún cambio de sección:

Story	Label	Unique Name	Load Case/Comb o	Displacement X	Displacement Y	Drift X	Drift Y
				m	m		
piso 1	1	2	ex Max	0.049208	0.020453	1.538%	0.639%
piso 1	1	2	ex Min	-0.049208	-0.020453	1.538%	0.639%
piso 1	1	2	ey Max	0.036488	0.045903	1.140%	1.435%
piso 1	1	2	ey Min	-0.036488	-0.045903	1.140%	1.435%

Ilustración 25. Derivas columna C1
Fuente: Propia

Las derivas no cumplen en ningún sentido de la estructura para esa columna y podemos identificar que para ello se debe aumentar a sección de 30x30cm en ambos sentidos hasta cumplir la norma NSR-10.

A continuación, se muestran las modificaciones realizadas a todas las columnas de la estructura con las cuales cumplen el chequeo de derivas y allí son identificadas con diferentes colores para saber el cambio de sección al que se sometieron.

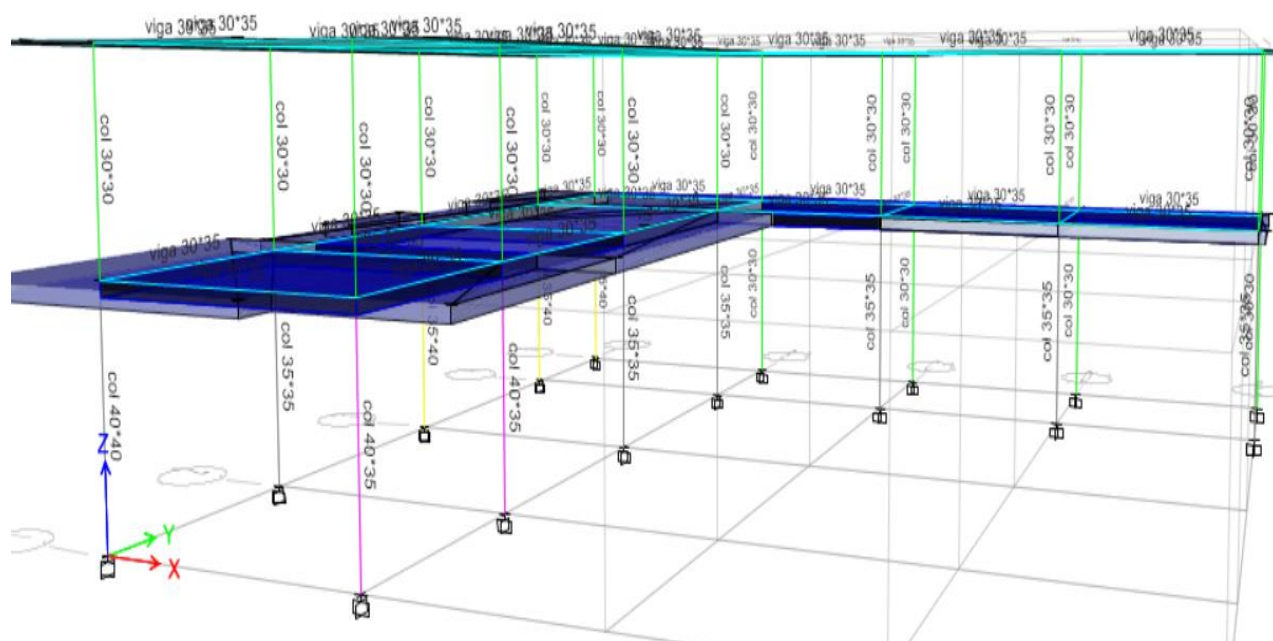


Ilustración 26. Ubicación de columnas modificadas en 3D
Fuente: Propia

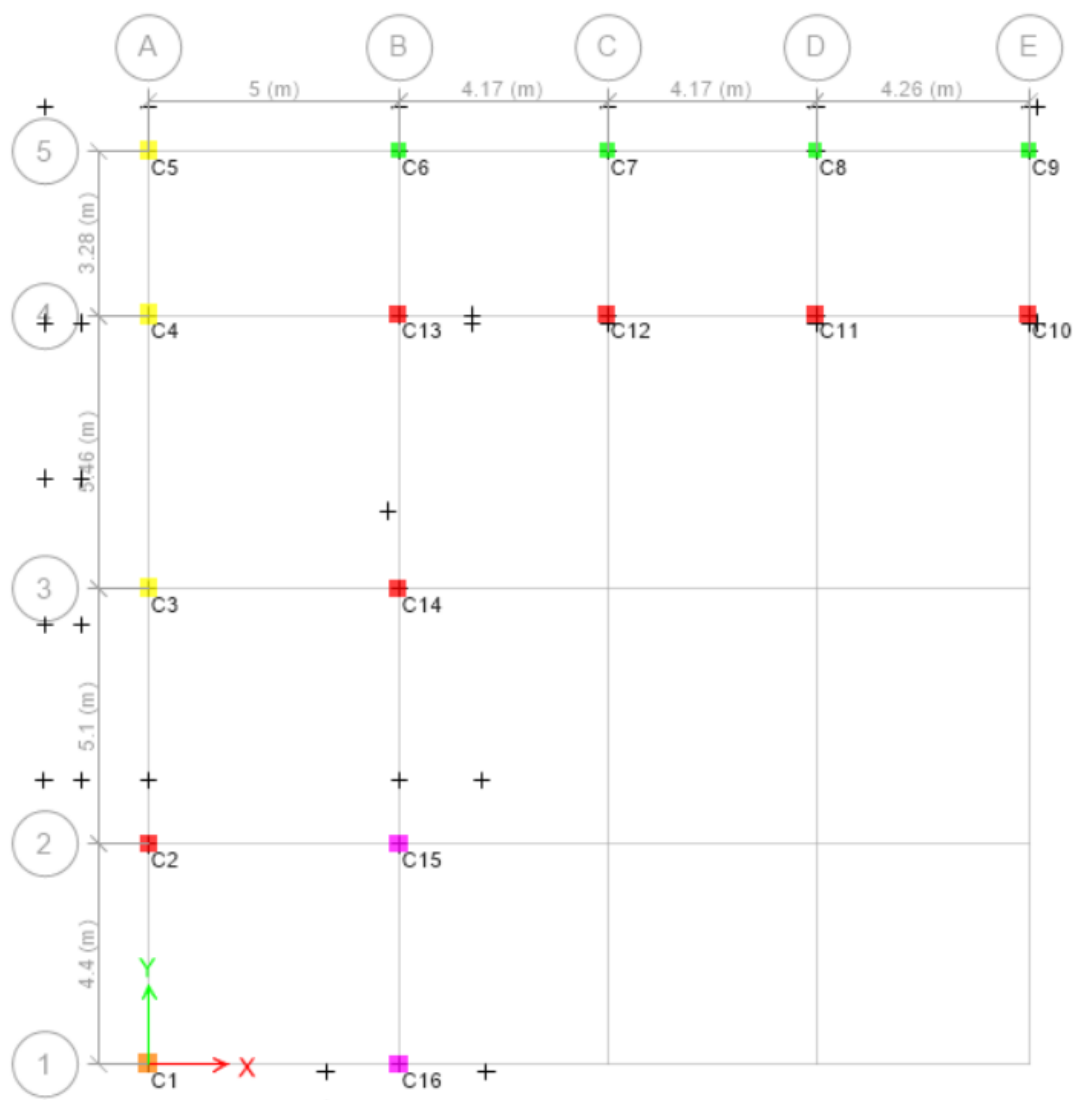


Ilustración 27. Ubicación de columnas modificadas en planta
Fuente: Propia

La columna **C1** anteriormente no cumplía derivas en los sentidos X y Y, en la imagen el cambio de sección se realiza a la columna de color naranja, la cual tiene una sección de 40x40cm con la que cumple la norma NSR-10.

Story	Label	Unique Name	Load Case/Comb o	Displacement X	Displacement Y	Drift X	Drift Y
				m	m		
piso 1	1	2	ex Max	0.022167	0.001079	0.69%	0.03%
piso 1	1	2	ex Min	-0.022167	-0.001079	0.69%	0.03%
piso 1	1	2	ey Max	0.010001	0.023674	0.31%	0.74%
piso 1	1	2	ey Min	-0.010001	-0.023674	0.31%	0.74%

Ilustración 28. Derivas corregidas para C1
Fuente: Propia

La siguiente imagen identifica las secciones a las cuales se aumentaron las columnas de acuerdo a los detalles entregados por el programa ETABS, logrando cumplir derivas sin exceder el tamaño de cada una de ellas, por tal motivo las columnas están aumentadas a la dimensión necesaria para cumplir la NSR-10 y donde algunas no se modificaron ya que no era necesario cambiar su tamaño.

CUADRO DE COLUMNAS			
TIPO	DIMENSION	CANTIDAD	COLOR
1	30 x 30	4	
2	35 x 35	6	
3	35 x 40	3	
4	40 x 35	2	
5	40 x 40	1	

Ilustración 29. Cuadro de columnas
Fuente: Propia

7.3. Desplazamientos y derivas de la estructura

Teniendo en cuenta los parámetros del título A.6.4, Los resultados de las derivas se encuentran en un valor inferior al máximo desplazamiento de la norma correspondiente al 1% de la altura del piso como se muestra respectivamente en la siguiente ilustración.

DERIVAS DE PISOS			
Story	Load Case/Comb o	Direction	Drift
piso 2	ex Max	X	0.631%
piso 2	ex Min	X	0.631%
piso 2	ey Max	X	0.319%
piso 2	ey Min	X	0.319%
piso 1	ex Max	X	0.705%
piso 1	ex Min	X	0.705%
piso 1	ey Max	X	0.313%
piso 1	ey Min	X	0.313%

Ilustración 30. Derivas de la estructura
Fuente: Propia

DESPLAZAMIENTOS DE PISOS			
Story	Load Case/Comb o	Direction	Maximum
			m
piso 2	ex Max	X	0.038997
piso 1	ex Max	X	0.022548
piso 2	ey Max	X	0.01839
piso 2	ey Max	Y	0.038739
piso 1	ey Max	X	0.010001
piso 1	ey Max	Y	0.023674

Ilustración 31. Desplazamientos máximos por piso
Fuente: Propia

La ilustración 28 son las derivas que analiza el ETABS, y donde se identifica la deriva máxima que encuentra en cada piso, por tal motivo no es necesario mostrar punto por punto en desplazamiento de la estructura.

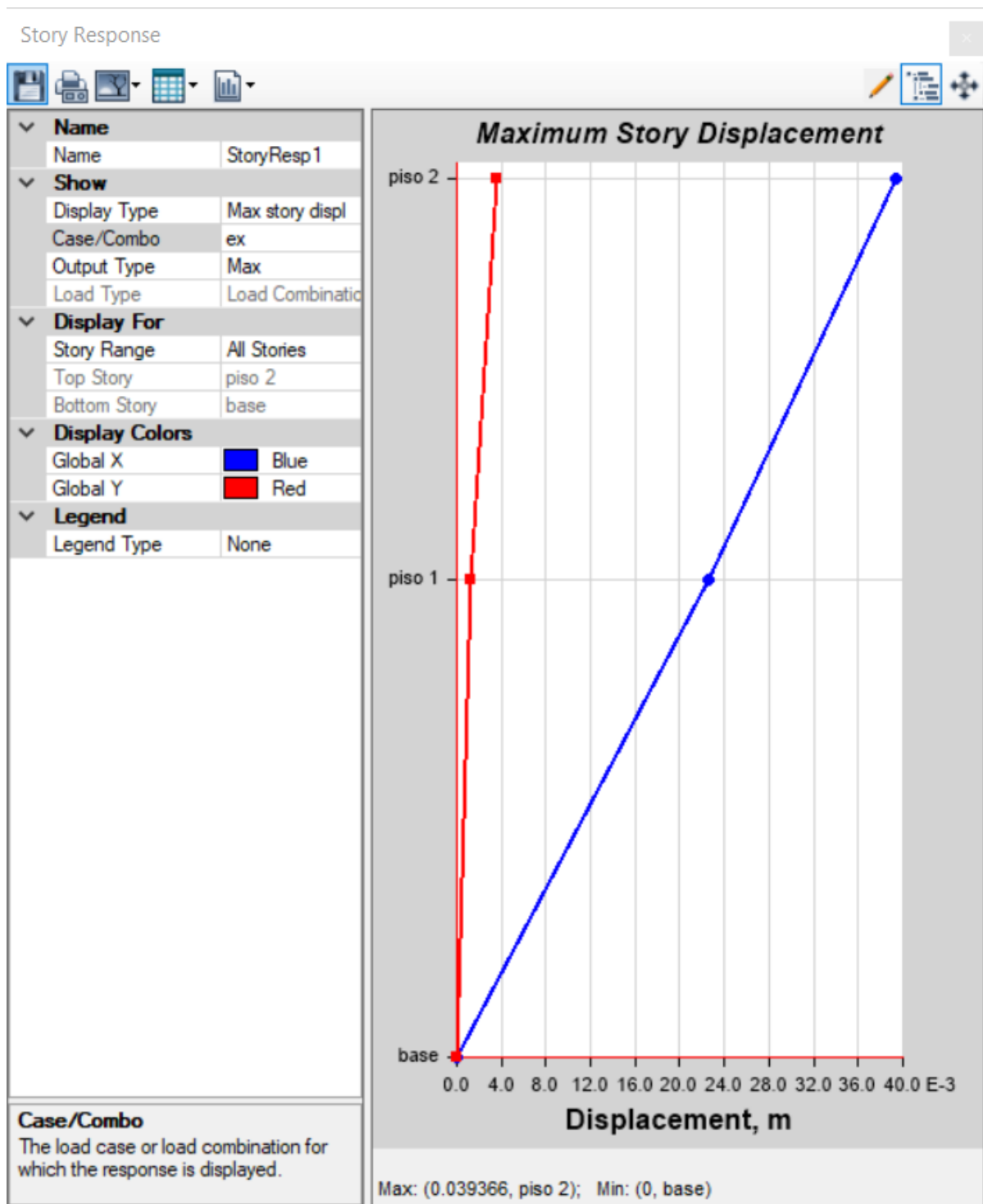
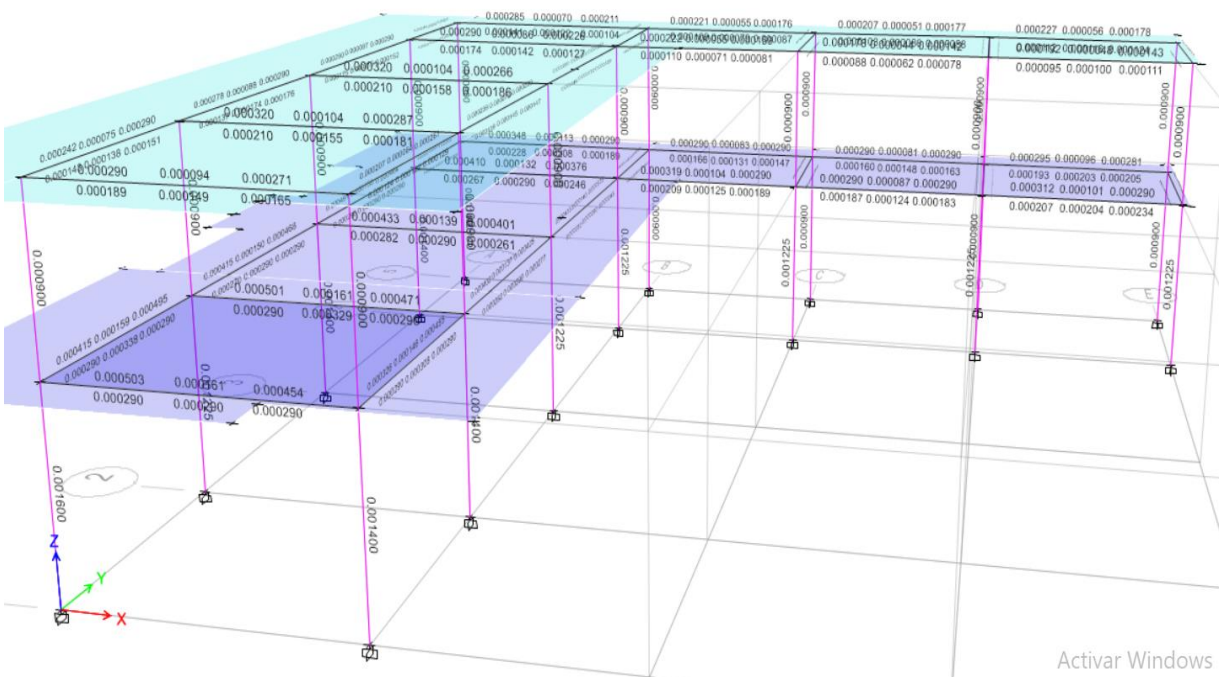


Ilustración 32. Máximo desplazamiento en el sentido X
Fuente: Propia

7.4. Chequeo de concreto

Después del lograr que cumpla la edificación de acuerdo a la norma sismo resistente colombiana (NSR-10), se procede con el chequeo del diseño de concreto, con el que se identifica si la estructura soporta las cargas muertas, vivas, viento, entre otras. Este modelado cumplió sin hacer ninguna modificación de sección de vigas o columnas.



*Ilustración 33. Chequeo de concreto.
Fuente: Propia*

Al analizar la estructura por diseño de concreto, el programa arroja el color fucsia en los elementos estructurales indicando que cumple de manera satisfactoria.

Conclusiones

- Se concluyen las secciones para reducir las derivas por debajo del 1% de acuerdo a la norma colombiana de sismo resistencia (NSR-10).
- Se realiza el chequeo de concreto para indicar que la estructura es resistente a las cargas muertas, cargas vivas, cargas de cubierta y cargas de viento.
- Se identifica que las secciones especificadas en los planos iniciales del restaurante Yerbabuena, no son suficientes para la edificación. Por tal motivo fue necesario la realización de un chequeo estructural.

Recomendaciones

- La utilización del software para estructuras (ETABS), agiliza el análisis estructural de las edificaciones, por ello es recomendable la utilización de este programa para próximos diseños estructurales.
- Se recomienda seguir las secciones especificadas en el diseño para evitar un exceso de costos, aumento de derivas y rigidez de la estructura.

Bibliografía

- Norma Colombiana de Sismo Resistencia (NSR-10)
- Software de análisis estructural (ETABS)
- Google Earth, programa satelital para tomas aéreas. Recuperado de:
<https://www.google.com/intl/es/earth/>